

SKRIPSI

**ANALISIS PERFORMANSI PANEL SURYA
OTOMATIS DENGAN DAN TANPA MENGGUNAKAN
AKTUATOR *ARDUINO UNO***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

PUTU AGUS ARI SWARBAWA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

SKRIPSI

**ANALISIS PERFORMANSI PANEL SURYA
OTOMATIS DENGAN DAN TANPA MENGGUNAKAN
AKTUATOR *ARDUINO UNO***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

PUTU AGUS ARI SWARBAWA
NIM. 2115234014

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performansi panel surya otomatis berbasis aktuator Arduino Uno dibandingkan dengan panel surya statis tanpa pelacak. Permasalahan yang dikaji meliputi besarnya peningkatan efisiensi energi yang dihasilkan oleh sistem otomatis, serta bagaimana performa kedua sistem tersebut dalam kondisi cuaca berbeda, baik cerah maupun mendung.

Metode yang digunakan adalah studi eksperimental dengan pengujian langsung di Sekar Tunjung Kesiman. Data diambil selama tiga hari berturut-turut dari pukul 10.00 hingga 16.00 WITA, dengan selang waktu setiap 30 menit. Parameter yang diukur meliputi tegangan, arus, intensitas radiasi matahari, dan efisiensi sistem. Pengujian dilakukan pada panel surya statis dengan sudut tetap 17° , dan luas penampang $0,40 \text{ m}^2$ panel otomatis yang dilengkapi aktuator linear dan sensor LDR untuk mengikuti arah datang cahaya matahari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya otomatis dengan aktuator memiliki efisiensi lebih tinggi sekitar 2–3% dibandingkan panel statis. Pada kondisi cerah, panel otomatis mencapai efisiensi rata-rata 9–10%, sedangkan panel statis hanya 7–9%. Pada kondisi mendung, meskipun intensitas cahaya menurun, panel otomatis tetap unggul dengan efisiensi sekitar 8–9% dibanding panel statis yang hanya mencapai 7–8%.

Kata kunci: panel surya, efisiensi, sistem pelacak, Arduino Uno, aktuator, intensitas cahaya

PERFORMANCE ANALYSIS OF AUTOMATIC SOLAR PANELS WITH AND WITHOUT ARDUINO UNO ACTUATOR

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of an automatic solar panel system using an Arduino Uno-based actuator compared to a static solar panel without a tracking mechanism. The research addresses two main questions: how much energy efficiency improvement is achieved by the automatic system, and how the performance of both systems varies under different weather conditions, including sunny and cloudy environments.

The method used was an experimental study conducted through direct testing at Sekar Tunjung Kesiman. Data were collected over three consecutive days, from 10:00 AM to 4:00 PM WITA, at 30-minute intervals. The measured parameters included voltage, current, solar radiation intensity, and system efficiency. Testing was conducted on a static panel with a fixed tilt angle of 17° and on an automatic panel with a surface area of 0.40 m², equipped with a linear actuator and LDR sensor to track the direction of incoming sunlight.

The results show that the automatic solar panel with an actuator achieved an efficiency 2–3% higher than the static panel. Under sunny conditions, the automatic panel reached an average efficiency of 9–10%, while the static panel only achieved 7–9%. Under cloudy conditions, although the light intensity decreased, the automatic panel still outperformed the static one with an efficiency of around 8–9%, compared to 7–8% for the static panel.

Keywords: solar panel, efficiency, tracking system, Arduino Uno, actuator, cloudy conditions, light intensity.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pengesahan oleh Dosen Pembimbing	ii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iii
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	iv
Ucapan Terima Kasih.....	v
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat bagi penulis	3
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Manfaat bagi masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Energi Matahari.....	4
2.2 Panel Surya.....	5
2.2.1 Prinsip kerja panel surya	6

2.2.2 Jenis – jenis panel surya	6
2.3 Komponen Utama PLTS	9
2.4 Sistem PLTS.....	12
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya	13
2.6 Daya Input Panel Surya.....	15
2.7 Daya Output Panel Surya	15
2.8 Efisiensi Panel Surya.....	15
2.9 Aktuator.....	16
2.10 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Aktuator	17
2.11 Arduino Uno.....	18
2.12 <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	19
2.13 Motor DC	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Jenis Penelitian.....	21
3.2 Alur Penelitian	23
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	24
3.4 Penentuan Sumber Data	24
3.5 Sumber Daya Penelitian	24
3.6 Instrumen Penelitian.....	25
3.7 Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Gambaran Umum Pengujian	29
4.2 Data Hasil Pengukuran.....	30
4.3 Pengolahan Data.....	34
4.3.1 Analisis panel surya otomatis.....	34
4.3.2 Analisis panel surya statis	36
4.3.3 Hasil pengolahan data	37
4.4 Perbandingan Performa Panel Surya.....	39
4.4.1 Grafik perbandingan efisiensi panel surya otomatis dan statis	39
4.4.2 Grafik perbandingan daya panel surya otomatis dan statis	40
BAB V PENUTUP.....	43

5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu penelitian.....	22
Tabel 3.2 Spesifikasi arduino uno.....	23
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>atuator</i> linear.....	23
Tabel 3.4 Pengujian data panel surya statis.....	26
Tabel 3.5 Pengujian data panel surya otomatis.....	26
Tabel 4.1 Data panel surya otomatis.....	29
Tabel 4.2 Data panel surya statis.....	29
Tabel 4.3 Data panel surya otomatis.....	30
Tabel 4.4 Data panel surya statis.....	30
Tabel 4.5 Data panel surya otomatis.....	31
Tabel 4.6 Data panel surya statis.....	31
Tabel 4.7 Data hasil pengolahan pada panel surya otomatis.....	33
Tabel 4.8 Data hasil pengolahan pada panel surya statis.....	34
Tabel 4.9 Data hasil pengolahan hari kedua pada panel surya otomatis.....	34
Tabel 4.10 Data hasil pengolahan hari kedua pada panel surya statis.....	35
Tabel 4.11 Data hasil pengolahan hari ketiga pada panel surya otomatis.....	36
Tabel 4.12 Data hasil pengolahan hari ketiga pada panel surya statis.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Energi matahari.....	4
Gambar 2.2 Panel surya.....	6
Gambar 2.3 Panel surya <i>monocrystalline</i>	8
Gambar 2.4 Panel surya <i>poly-crystalline</i>	9
Gambar 2.5 Panel surya <i>thin film</i>	9
Gambar 2.6 Inverter.....	10
Gambar 2.7 Panel surya.....	11
Gambar 2.8 Panel kontrol.....	11
Gambar 2.9 Kabel.....	12
Gambar 2.10 Baterai.....	12
Gambar 2.11 Aktuator linear.....	17
Gambar 2.12 Arduino uno.....	18
Gambar 2.13 <i>Light dependent resistor</i> (LDR).....	18
Gambar 2.14 Motor dc.....	19
Gambar 3.1 Skema panel surya otomatis dan statis.....	21
Gambar 3.2 <i>Wiring</i> aktuator.....	23
Gambar 3.2 Diagram alur penelitian.....	24
Gambar 3.3 <i>Environment meter</i>	25
Gambar 3.4 <i>Stopwacth</i>	26
Gambar 3.5 <i>Multimeter digital</i>	26
Gambar 4.1 Panel surya menghadap ke utara.....	27
Gambar 4.2 Panel surya menghadap ke atas.....	27
Gambar 4.3 Panel surya menghadap ke barat.....	28
Gambar 4.4 Cuaca mendung.....	36
Gambar 4.5 Grafik perbandingan efisiensi.....	37
Gambar 4.6 Grafik perbandingan daya.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengolahan data hari pertama panel otomatis.....	47
Lampiran 2. Hasil pengolahan data hari pertama panel statis.....	48
Lampiran 3. Hasil pengolahan data hari kedua panel otomatis.....	49
Lampiran 4. Hasil pengolahan data hari kedua panel statis.....	50
Lampiran 5. Hasil pengolahan data hari ketiga panel otomatis.....	51
Lampiran 6. Hasil pengolahan data hari ketiga panel statis.....	52
Lampiran 7. Lokasi penelitian.....	53
Lampiran 8. Pengambilan data.....	54
Lampiran 9 Pengambilan data dengan beban lampu.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi matahari merupakan sumber energi yang ramah lingkungan dan memiliki potensi besar di masa depan. Hal ini karena proses konversinya tidak menghasilkan polusi, serta sumber energinya melimpah di alam. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), atau yang lebih dikenal sebagai sel surya (sel fotovoltaik), semakin diminati karena dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, baik di perkantoran, pabrik, perumahan, maupun tempat lainnya (S,Hasbi 2018).

Perkembangan teknologi solar panel saat ini sangat pesat. Solar panel dapat menghasilkan daya maksimal jika posisinya menghadap langsung ke matahari. Salah satu inovasi terbaru adalah Solar Tracker, yang memungkinkan solar panel bergerak mengikuti pergerakan matahari sehingga selalu menghadap ke arah matahari. Dengan teknologi ini, solar panel akan dapat menghasilkan daya secara optimal sepanjang hari. Panel surya umumnya diposisikan secara statis (tidak bergerak) dan teknik pemasangan panel surya secara statis menyebabkan posisi panel tidak berada dalam posisi ideal terhadap arah datangnya cahaya matahari akibatnya energi listrik yang dihasilkan dari panel surya berkurang dari pada semestinya. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan perbandingan daya output panel surya dengan solar tracker dan tanpa solar tracker pada pengujian pertama memiliki selisih sebesar 7,17 watt atau 19,89% lebih besar dibandingkan dengan panel surya statis dan pada pengujian kedua sebesar 10,08 watt atau 22,25% lebih besar dibandingkan dengan panel surya statis (Saputra & Priharti, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan efisiensi energi antara panel surya otomatis berbasis Arduino Uno dan panel surya statis, serta mengevaluasi efektivitas teknologi tersebut dalam mendukung pengembangan energi terbarukan yang lebih efisien dan praktis.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka dapat simpulkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana peningkatan efisiensi energi yang dihasilkan oleh sistem panel surya otomatis dibandingkan dengan panel surya statis?
2. Bagaimana performansi panel surya dalam kondisi cuaca berbeda (terang, mendung)?

1.3 Batasan Masalah

Dalam Pembahasan Skripsi ini, masalah penelitian ini hanya difokuskan membandingkan efisiensi energi yang dihasilkan oleh sistem panel surya otomatis dibandingkan dengan panel surya statis. Prototipe yang dikembangkan hanya mencakup skala kecil dan beban yang disesuaikan. Penelitian ini tidak termasuk perancangan sistem mekanis dan sistem kontrol, melainkan berfokus pada aspek analisa efisiensi energi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus yang dijelaskan sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan umum

Adapun tujuan umum dari penyusunan proposal skripsi adalah sebagai berikut:

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan sarjana terapan program studi D4 Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Sebagai kajian dan pengaplikasian ilmu pengetahuan dan praktikum yang didapat selama perkuliahan.

1.4.2 Tujuan khusus

Selain tujuan umum yang dipaparkan diatas, terdapat tujuan khusus dari penulisan proposal skripsi ini, yakni:

1. Dapat mengetahui besar peningkatan efisiensi energi yang dihasilkan oleh sistem panel surya otomatis dibandingkan dengan panel surya statis.
2. Agar mengetahui perbandingan performa panel surya otomatis dalam kondisi cuaca berbeda (terang, mendung)

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil analisa yang berjudul “Analisa Panel Surya Otomatis Dengan Dan Tanpa Menggunakan Atuator Arduino Uno “diharapkan bermanfaat bagi penulis, dan sebagai sarana pembelajaran khusus praktikum di Politeknik Negeri Bali.

1.5.1 Manfaat bagi penulis

Sebagai wadah untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, baik dari segi teori maupun praktik. Selain itu, kegiatan ini juga merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana terapan pada program studi D4 Teknologi Rekayasa Utilitas di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai media pendidikan dan pengembangan pengetahuan di bidang energi terbarukan di masa depan, serta sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut.

1.5.3 Manfaat bagi masyarakat

Penelitian tentang *solar tracker* dapat memberikan manfaat bagi masyarakat yaitu membantu dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan menyediakan sumber energi yang lebih terjangkau dan stabil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data performa panel surya otomatis dan statis dengan kapasitas 50 WP, maka dapat disimpulkan:

1. Panel surya otomatis dengan sistem pelacak berbasis aktuator mampu menghasilkan rata-rata efisiensi sebesar 8,93%, sedangkan panel surya statis hanya menghasilkan rata-rata efisiensi 8,37%. Dengan demikian, panel otomatis terbukti memiliki efisiensi lebih tinggi sekitar 0,5% dibandingkan panel statis.

2. Performa pada kondisi cuaca berbeda

Pada kondisi cuaca cerah, panel otomatis mampu mencapai efisiensi tertinggi sebesar 9,5%, sedangkan panel statis hanya mencapai 9%. Sementara pada kondisi mendung, meskipun terjadi penurunan efisiensi, panel otomatis tetap unggul dengan efisiensi 8,3% dibandingkan panel statis yang hanya mencapai 8,1%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem aktuator mampu membantu panel surya tetap bekerja lebih optimal meskipun intensitas cahaya berkurang.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian dalam jangka waktu lebih panjang dengan berbagai kondisi cuaca untuk memperoleh data yang lebih komprehensif dan akurat.
2. Diperlukan perawatan rutin pada panel surya, terutama untuk menjaga permukaan panel tetap bersih dari debu, daun, atau kotoran lain yang dapat mengganggu penyerapan cahaya matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhammad, and Jaka Windarta. 2020. "Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Energi Bersih Yang Ramah Lingkungan." *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan* 1(2):68–77. doi: 10.14710/jebt.2020.10059.
- Anggara, Mietra, and Widi Saputra. 2023. "Analisis Kinerja Sel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline Di Kabupaten Sumbawa NTB." *JURNAL FLYWHEEL* 14(1):7–12. doi: 10.36040/flywheel.v14i1.6521.
- Chamdareno, Prian Gagani, Eko Nuryanto, and Erwin Dermawan. 2019. "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid (Panel Surya Dan Diesel Generator) Pada Kapal KM. Kelud." *RESISTOR (ElektRONika KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiStrik KOmputeR)* 2(1):59. doi: 10.24853/resistor.2.1.59-64.
- Desmira, Desmira. 2022. "Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum." *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer* 9(1):21–29. doi: 10.30656/prosisko.v9i1.4465.
- Dwisari, Verina, Sudarti Sudarti, and Yushardi Yushardi. 2023. "Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan." *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika* 7(2):376–84. doi: 10.37478/optika.v7i2.3322.
- Hudati, Imroatul, Alief Purnomo Aji, and Salima Nurrahma. 2021. "Kendali Posisi Motor DC Dengan Menggunakan Kendali PID." *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan (JuLIET)* 2(2):1–6. doi: 10.22146/juliet.v2i2.71148.
- Iqtimal, Zian, Ira Devi Sara, and Syahrizal Syahrizal. 2018. "Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air." *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro* 3(1):1–8.
- Mekhilef, S., Safari, A., Hossain, M. S., & Neelamegam, P. (2021). The impact of tracking system on solar PV performance: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111462
- Mukhtar, Agus, Rifki Hermana, Aan Burhanudin, and Yuris Setyoadi. 2023. "Sensor Dan Aktuator: Konsep Dasar Dan Aplikasi." *Cv Widina Media Utama* 1.
- Nahnu Afrianto. 2019. "Air Conditioner (Ac) Portable Dengan Peltier Yang Dikontrol Menggunakan Smartphone Berbasis Arduino." *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 6–33.
- Nurjaman, Hendi Bagja, and Trisna Purnama. 2022. "Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga." *Jurnal Edukasi Elektro* 6(2):136–42. doi: 10.21831/jee.v6i2.51617.

- Priatam, Putu Pawitra Teguh Dharma. 2021. “Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP.” *RELE: Jurnal Teknik Elektro* 4(1):48–54.
- Rama. 2018. “BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Panel Surya (Solar Cell).” *Panel Surya (Solar Cell) Panel* 4–27.
- Rudiyanto, Bayu, Risse Entikaria Rachmanita, and Azamataufiq Budiprasojo. 2023. *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya*.
- S, Hasbi Assiddiq. 2018. “Studi Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Berbasis Sel Fotovoltaik Untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Rumah Sederhana Di Daerah Terpencil.” *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 3(2):88–93. doi: 10.31602/al-jazari.v3i2.1624.
- Sekarningrum, Wijayanti, Budi Pramono Jati, and Ida Widiastuti. 2024. “Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Solar Panel (Photovoltaic) Monocrystalline 50 Wp Terhadap Optimalisasi Output Daya Energi Dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah.” *Energi Dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah* 15(2).
- Setyawan, Andre, and Agus Ulinuha. 2022. “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station.” *Transmisi* 24(1):23–28. doi: 10.14710/transmisi.24.1.23-28.
- Suwarti, -. 2019. “Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya.” *Eksergi* 14(3):78. doi: 10.32497/eksergi.v14i3.1373.